

VN 6
1713

**DEVELOPMENT-ORIENTED RESEARCH ON
AGRICULTURAL SYSTEMS CENTER
KASETSART UNIVERSITY, BANGKOK, THAILAND**



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
des cultures
annuelles
CIRAD-CA

Programme
cultures
cotonnières
cayennes
Doras Project

Méthodologie d'étude des cultures de soja et de maïs dans les zones de collines et de montagnes du Nord Vietnam

Mission d'appui au Programme Fleuve Rouge, réalisée du
5 au 14 Mai, 1997

Y. Crozat : CIRAD-CA,

Kasetsart University,
Kamphaengsaen Campus
Nakhon Pathon 73140
Thailand

Téléphone :
66 34 351 399
Télécopie :
66 34 351 392

1- Objectifs de la mission

Cette mission s'inscrit dans un processus de coordination des actions du GRET au Nord Vietnam avec les programmes de recherche du CIRAD-CA en cours de lancement et, plus largement, à la construction d'un réseau régional français de recherche agronomique dans le cadre de l'Initiative écorégionale pour l'Asie humide et subhumide (Ecor. I).

La demande initiale était de fournir un appui méthodologique aux agronomes du Programme Fleuve Rouge en matière d'expérimentation en milieu paysan et d'analyse du rendement du soja dans les sites de collines et de montagnes du Nord Vietnam. A la demande de l'équipe du programme et compte tenu de l'importance de la culture du maïs dans ces zones, le champ d'intervention de la mission a été élargi au maïs. Les agronomes des différents sites ont participé à l'ensemble de la mission. Les apports théoriques et méthodologiques (physiologie et élaboration du rendement des cultures, analyse du rendement) ont été réalisés sous forme de cours s'appuyant le plus possible sur des visites de terrain et des jeux de données d'expérimentations réalisées par les participants (voir le déroulement de la mission en annexe 1).

L'objet de ce rapport n'est pas de présenter à nouveau les bases de l'analyse de l'élaboration du rendement des cultures étudiées (pour cela, voir la bibliographie succincte en fin de rapport, ainsi que les études de cas dépouillées lors de la mission). Il s'agit de proposer, à partir des acquis existants, les bases d'une approche d'ensemble pour la poursuite des recherches sur ces cultures.

2- Problématiques du soja et du maïs dans les deux sites visités

2-1 " les collines" (Thanh Hoa)

Cette moyenne région du haut du delta du Fleuve Rouge est constituée de vallées rizicoles plus ou moins larges séparées par des collines abruptes (demie-orange) formées sur micaschistes. La densité de population varie de 300 à 400 habitants/km² et la surface moyenne par actif est de l'ordre de 1000 m². Dans ce cadre, les actions de développement menées par le projet portent essentiellement sur l'intensification des systèmes de culture (nombre de cultures/an et productivité/ha) et la diversification des activités (élevage, pisciculture, arboriculture....).

2-1-1 Le maïs; une source majeure de transformation des systèmes de culture

L'équipe a introduit en 1995 la culture du maïs hybride (Pacific 11) pendant la saison d'hiver entre le riz d'été (Juin à mi-Septembre) et le riz de printemps (Janvier à fin Mai) dans les parcelles de rizières moyennes (2/3 des surfaces des vallées). Le repiquage, associé au billonnage permettent d'implanter avec succès la culture dans des sols non ressuyés et de gagner ainsi une dizaine de jours à une période où la somme de température journalière est encore élevée. Ainsi en 1997, grâce à ces techniques d'implantation, plus de 1200 familles sont passées à trois cultures/an. Le maïs récolté est

destiné à l'élevage familial du porc dont la qualité de l'alimentation se trouve améliorée. Le tableau 1 présente les principales questions et actions de recherche agronomiques identifiées pour accompagner le développement de la culture du maïs dans cette zone.

Tableau 1: Questions et actions de recherche identifiées pour la culture du maïs dans la zone de Thanh Hoa

Problèmes/contraintes	Eléments déterminants	Questions et actions de recherche
Variabilité des rendements (1,2 à 4 t/ha)	<ul style="list-style-type: none"> - date de semis (% T°, état hydrique au semis et stress hydrique à la floraison) - maturité à la récolte (forte humidité du grain, décalage entre épis) dont la date est imposée par la date de repiquage du riz - densité, fertilisation 	<ul style="list-style-type: none"> - hiérarchisation des facteurs de variation des rendements en fonction des pratiques et du milieu - gains possibles sur le riz d'été ? (date repiquage, cycle) - zonage du milieu par niveau de potentialités (date probable d'implantation, caractéristiques hydriques)
fertilisation conseillée élevée et identique (140 Kg.N/ha, 80 - 90 kg. K-P/ha)	<ul style="list-style-type: none"> - 140 Kg N/ha couvrent un Rdt de 6 t/ha (2,2 Kg.N/qx. de grains) sans considérer les fournitures du sol - les sols devraient être bien pourvus en K2O 	<ul style="list-style-type: none"> - peut on raisonner la fertilisation N en fonction d'un objectif de rendement (zonage) et à l'aide d'une méthode de bilan simplifiée ? quel est le niveau de fourniture d'azote par le sol ?, quelle est la valeur fertilisante des fumiers et purins utilisés par les paysans? - richesse des sols ? raisonnement P et K en fonction des exportations
Foreuse des tiges, rhizoctonia		- importance réelle des dégâts ?

2-1-2 Le soja, un intérêt à confirmer

Le soja pourrait avoir une place, au printemps (semis de Mars) dans les systèmes de culture des rizières hautes (1 riz de saison) et des terrasses (cultures sèches) ou/et des collines. Les actions démarrées en 1996 sont encore dans une phase exploratoire. Elles concernent des essais de date de semis, de variétés (rizières hautes, terrasses) ou de tests de comportement (collines). La problématique générale est différente de celle du maïs, puisqu'il s'agit de remplacer une culture (l'arachide de printemps sur les rizières hautes et les terrasses, le niébe ou le manioc sur les collines) par une culture de soja. Les premiers résultats obtenus par l'équipe montrent que les marges de manoeuvre ne sont pas très grandes. Sur rizière et collines, la moyenne des rendements des essais paysans était de 1,3 t/ha avec la variété DT 84 (93 jours); ce qui conduirait à une marge brute légèrement supérieure à celle de l'arachide (avec un rendement moyen de 1,6 t/ha). De par une meilleure adaptation à l'hydromorphie et un cycle plus court que l'arachide, le soja pourrait prendre une place importante dans les zones "intermédiaires", situées entre les parcelles propices à 2 riz/an et les parcelles de cultures sèches. Sur les collines, le soja est apparu peu adapté aux conditions de faible fertilité (forte acidité) rencontrées après

plantations d'eucalyptus; notamment en comparaison avec le niebbe.

Les principales questions et actions de recherche identifiées sont présentées dans le tableau 2;

Tableau 2: Questions et actions de recherche identifiées pour la culture du soja dans la zone de Thanh Hoa

Problèmes/contraintes	Eléments déterminants	Questions et actions de recherche
Zones d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> - hydromorphie, disponibilité en eau - fertilité sur collines 	<ul style="list-style-type: none"> - zonage et quantification des superficies potentielles - compétitivité économique par rapport aux autres cultures
Potentiels variétaux	<ul style="list-style-type: none"> - DT 84 et notamment AK 05 ont un bon comportement par rapport à la variété locale, mais les potentiels restent bas (< 1,5 t/ha, proche du potentiel annoncé par les obtenteurs de ces variétés) - viroses fréquentes 	<ul style="list-style-type: none"> - élargir la gamme de cultivars testés (origines européennes à cycle court, lignées de Thaïlande...) - études fréquentielles (T° froides de début de cycle, minimum absolu de 8.2 °c en Mars)
Dégâts parasitaires	<ul style="list-style-type: none"> -foreuses (bean stem borer), coléoptères (mélœides), nématodes, pourriture du collet 	<ul style="list-style-type: none"> - incidence des dégâts, méthodes de lutte

2-2 Les montagnes (Cho don)

Le district de Cho don est constitué d'une succession de vallées relativement encaissées (sauf pour les vallées des 3 rivières principales) entre collines (500 à 700m) et montagnes (700 à 1000m). Dans la partie nord, des blocs de roches calcaires s'ajoutent aux roches métamorphiques (micaschistes, granit..) et sédimentaires. Des systèmes de défriche-brulis sur pentes (20° à 45°) co-habitent plus ou moins étroitement avec des systèmes de riziculture irrigués sur bas-fonds et terrasses selon la situation des villages sur la toposéquence et le type de bassin versant (étroit ou large). Les zones de vallées, plus peuplées, atteignent une densité d'environ 100 hab/km². La récente redistribution des terres (1988-1990), en réhabilitant souvent les acquis d'avant 1960 semble avoir profondément modifié les systèmes de production et accentué leur différenciation (problèmes d'accès aux rizières pour les familles de Kinh arrivées tardivement et pour les Dao sédentarisés après 1960). Ainsi, la double riziculture développée dans les vallées dans les années 80-90 serait en baisse, indiquant que l'intensification du nombre de culture n'est peut être pas un levier de développement aussi déterminant que dans la zone des collines.

2-2-1: Le soja de printemps: une intensification des systèmes de culture de terrasses qui se développe

Le libre pâturage des animaux pendant l'inter-saison est le premier frein aux cultures

sèches de printemps sur les terrasses recevant un seul riz/an (riz de saison) et laissées en jachère pendant l'inter-saison. La culture du soja a été testée en 1995 et 1996 sur ces rizières "hautes", puis vulgarisée en 1997 auprès de 300 familles. Celles-ci organisent la production en îlots villageois clôturés. Semée pendant la première quinzaine de Mars, cette culture constitue une source d'intensification des systèmes de culture. La variété vulgarisée (DT 84), produit après 102 jours de culture, entre 1 et 1,3 t/ha (résultats de 1996). Avec un tel rendement le soja serait plus rémunérateur que le maïs (3t/ha) pour des charges environ équivalentes mais avec un besoin en main d'oeuvre supérieur (traitement insecticide du soja). Cependant l'introduction de maïs hybride (testé cette année) pourrait modifier cet avantage comparatif.

Tableau 3: Questions et actions de recherche identifiées pour la culture du soja dans la zones de terrasses de Cho Don

Problèmes/contraintes	Eléments déterminants	Questions et actions de recherche
Calage du cycle et domaine de culture	<ul style="list-style-type: none"> - températures basses de sortie d'hiver avec de fortes variations journalières - eau et drainage - concurrence avec repiquage du riz en zone basse - date limite de repiquage du riz de saison 	<ul style="list-style-type: none"> - étude climatique fréquentielle, zonage du milieu % eau - intérêts et risques d'une date de semis précoce (T° basses, précocité de la floraison en raison des jours courts.....)
Variabilité des états des cultures en milieu paysan	<ul style="list-style-type: none"> - hydromorphie (% levée, croissance des plants) - dégâts d'insectes (idem Than Hoa), virose - fertilisation 	<ul style="list-style-type: none"> - hiérarchisation des facteurs de variation des rendements en fonction des pratiques et du milieu - part des dégâts d'insectes - compétitivité % à un maïs amélioré ?
Absence de cultures de printemps dans de nombreux villages et/ou sur de nombreuses parcelles des villages concernés	<ul style="list-style-type: none"> - pâture des animaux - agriculteurs sur les terres de pente (vergers, cultures sèches) 	<ul style="list-style-type: none"> - Qui a répondu positivement à l'opération de diffusion (type d'exploitations) ? causes des refus ? - Quelles sont les activités concurrentes ?
Choix variétal	<ul style="list-style-type: none"> - Choix de DT 84 à partir d'un seul essai - virose sur DT 84 	<ul style="list-style-type: none"> - tester une large gamme de cultivars (précocité)
Fertilisation conseillée élevée	<ul style="list-style-type: none"> - essais NK 97 (effets visuels peu marqués lors des visites, forte hétérogénéité) - excellente nodulation 	<ul style="list-style-type: none"> - intégrer l'hétérogénéité du milieu (stratification % hydromorphie) - utilité apport d'azote ? - la fertilisation K est elle utile ?

2-2-2 L'introduction du soja et l'amélioration du maïs dans les systèmes de culture de pentes: un problème complexe

Cette année, l'équipe du projet a mis en place plusieurs essais "soja" et "maïs" sur les zones de pentes. Il s'agit d'essais de date de semis (mi-Mars, début Avril et mi-Avril) pour le soja (variété AK.05) et, pour le maïs, du test d'un paquet technologique (variété

hybride, densité et fertilisation plus élevées que celles pratiquées). Les essais de date de semis du soja devraient permettre de mieux cerner les potentialités du soja dans ce milieu, cependant l'hétérogénéité du sol, observée entre parcelles et au sein d'une même parcelle posera de grandes difficultés d'interprétation. Cette hétérogénéité est encore plus marquée dans les essais maïs situés sur des parcelles de brûlis, très pentues, alors que les réponses aux facteurs étudiés (densité, fertilisation) sont fortement dépendantes des inter-actions avec les états du milieu. Enfin, il convient de souligner que le soja, malgré ses capacités fixatrices d'azote, ne peut être considéré comme une plante améliorante du stock d'azote du sol. Dans ce type de milieu et en raison de l'exportation de la plante entière à la récolte, le bilan azoté est probablement négatif.

Les principales questions et actions de recherche identifiées sont présentées dans le tableau 4

Tableau 4: Questions et actions de recherche identifiées pour la culture du soja et du maïs dans les zones de pentes du district de Cho Don

Problèmes/contraintes	Eléments déterminants	Questions et actions de recherche
Hétérogénéité du milieu et difficulté d'accès	<ul style="list-style-type: none"> - substrats et couleur du sol - situation dans la toposéquence, pente et ruptures de pente - age du brûlis 	<ul style="list-style-type: none"> - zonage et choix d'un site "cible" d'étude - étude des réponses du peuplement au milieu à l'échelle de la placette et de l'évolution des états du milieu à l'échelle du bassin versant
Diversité des systèmes de culture et des systèmes d'exploitation peu connue	<ul style="list-style-type: none"> -état du milieu (niveau de fertilité physique et chimique) - redistribution des terres, accès aux rizières et terrasses - facilité d'accès et de transports - logique et contraintes économique des exploitations 	<ul style="list-style-type: none"> - caractérisation des exploitations et des systèmes de mise en valeur - quelles sont les situations à risque en matière d'érosion et fertilité (type de culture, pratiques, type d'exploitation) - quelles sont les marges de manoeuvre ?
Développement du soja	<ul style="list-style-type: none"> - date de semis - densité (% date de fermeture du couvert) en fonction du milieu - viroses, dégâts parasitaires 	<ul style="list-style-type: none"> - sur quels types de parcelles? (zonage, typologie..) - réponses aux dates de semis replacées dans une étude fréquentielle du climat - intérêt par rapport à l'arachide et le maïs - variétés
Développement du maïs	<ul style="list-style-type: none"> - densité de semis / désherbage 	<ul style="list-style-type: none"> - étude des réponses aux densités de semis % état du milieu - essais variétaux

3- Aspects méthodologiques des expérimentations

Devant la diversité des questions identifiées il est apparu utile de dresser une ébauche de typologie des expérimentations, de leur suivi et de leur analyse (Tableau 5)

Les expérimentations sur pente dans le site de Cho Don relèvent pour la plupart des questions 4, et 5 par la suite. En raison des fortes hétérogénéité d'état du milieu rencontrées au sein d'une même parcelle, il conviendrait de considérer chaque zone comme étant une parcelle d'étude au sein de laquelle on essaie de faire varier un facteur. L'important est de dégager des types de réponses en fonction de l'état du milieu, qui par la suite pourront être extrapolées sur d'autres parcelles. Enfin, il serait judicieux de travailler de manière approfondie sur un bassin versant type, notamment pour étudier les problèmes d'érosion et fertilité qui dépassent largement l'échelle de la parcelle.

4- Conclusion: des synergies à développer entre l'équipe GRET et le CIRAD

Face à la rapidité des changements agraires en cours et à la diversité des actions de terrains à mener pour satisfaire la demande des autorités locales, il paraît difficile pour les ingénieurs du projet d'approfondir l'analyse des résultats et de leurs domaines d'extrapolation (en termes pédo-climatiques, et socio-économiques). C'est à ce niveau qu'une véritable complémentarité entre les activités du GRET et du CIRAD est à construire, notamment sur le site de montagnes de Cho-don. Dans cette zone, le développement peut difficilement reposer uniquement sur des innovations visant à augmenter la productivité par unité de surface en raison de la fragilité agro-écologique du milieu (érosion, fertilité) et de la diversité des systèmes de production. D'autre part, la grande hétérogénéité inter et intra-parcelles, ainsi que leur difficulté d'accès limitent l'efficacité de l'approche "essais-erreurs à large échelle" développée avec succès dans le site des collines. La compréhension du fonctionnement des systèmes de culture le long de la toposéquence sur un site type, les méthodologies d'étude et d'expérimentation dans ces milieux pourraient constituer les problématiques de travail du futur agronome du CIRAD affecté sur le site de Cho-dom, dans le cadre de l'Initiative pour la recherche écorégionale en Asie humide (Ecor.I). Le projet DORAS pourrait également apporter sur les deux sites un appui méthodologique en matière de suivi agronomique à partir de l'expérience acquise sur ses sites thaïlandais.

Tableau 5: essai de typologie des expérimentations agronomiques en fonction du type de question posée

Questions	Type d'essai	Variables à observer sur maïs	Variables à observer sur soja	Type d'analyse
1- possibilité de faire une nouvelle culture	multilocal (sans répétition) couvrant la gamme de milieu et les périodes potentielles	- phénologie - croissance finale et composantes majeures * - états phytosanitaires	- phénologie, durée du cycle - biomasse végétative récolte et composantes majeures **	-performances par type de milieu -analyse des échecs -climat de l'année % étude fréquentielle
2- Problème à un déterminant majeur (un parasite, technique de semis....)	multilocal, comparaison % témoin sans répétition	- à définir en fonction du problème (disparition du dégât , % levée....)	- idem maïs	- ANOVA, fréquence de réponse
3- Choix variétal	multilocal (gamme de milieux) avec au moins 2 répétitions/essai	- idem (1)	- idem (1)	- ANOVA avec stratification par type de milieu (voire au sein de la parcelle) - robustesse de la réponse (inter-actions) -climat de l'année
4- Amélioration des itinéraires techniques	- essai (s) factoriel(s) complet couvrant la gamme extrême des facteurs à priori déterminants (ex: densité, fertilisation) + réseau de parcelles paysannes (nombres de placettes % hétérogénéité)	idem (1) + rangs, ovules, grains/ type d'épis) + mesures intermédiaires des états de croissance + caractérisation fine des états du milieu au cours du cycle	idem (1) + progression floraison et stade grain 6mm, + grains pleins tige principale/ramif. et grains/noeud sur TP + mesures intermédiaires des états de croissance et du milieu	- régressions, courbes de réponses - analyse des écarts entre valeurs observés et valeurs potentielles (rôle de l'essai)
5- règles de décisions et test d'it.techniques issus de (4)	multilocal, comparaison % témoin sans répétition (ex: 0N, Nobjectif)	choix des variables clés à partir des résultats de (4)	idem maïs	analyse des écarts par rapport aux objectifs d'états du peuplement et du milieu établis en (4)

* Npl./m², Npl. infertiles, N.epis et grains/m², maturité grains, rendement

** Npl./m², Nramif fertiles/pl, N gousses et grains/m², rendement

Bibliographie succincte sur l'analyse de l'élaboration du rendement du soja et du maïs

- Analyse du rendement du maïs en conditions tropicales (1996, série d'article préparés par l'UR. FPV, CIRAD-CA)
 - 1- les composantes du rendement (J.Wey, P. Siband)
 - 2- caractères variétaux, potentialités, raisonnement des densités de semis (P.Siband, J. Wey)
 - 3- les contraintes locales: occurrence, nature, intensité, contrôle (P. Siband, J.Wey)
- Pigeaire A. , 1986
 - 1- Propositions pour le diagnostic cultural chez le soja de type indéterminé. Analyse de l'efficacité de la croissance vis-à-vis de la formation du nombre de graines. Informations Techniques, CETIOM, 94 :3-13
 - 2- Relations entre le nombre de bourgeons végétatifs et le nombre de ramifications par plante chez le soja de type indéterminé. Informations Techniques, CETIOM, 95: 3-7
- Crozat Y, 1993
 - TD diagnostic " soja "préparé à partir de données d'enquêtes réalisées en Charentes Maritimes. ESA.

ANNEXE 1: Déroulement de la mission

Lundi 5 Mai

- 12 H 30 arrivée Hanoï, accueil par P. Bal (responsable du site de Cho don)
- 15 H 30 RDV au Projet FAO/IPM
- 16 H 30 Présentation des activités du programme, précision des termes de références de la mission (P. Bal)

Mardi 6 Mai

- Départ pour le site de Thanh Hoa
- Présentation de la zone et des activités "cultures sèches " par P. Lamballe (responsable des sites des collines) et son équipe
- Visite des essais dans le village de Vo Lao

Mercredi 7 Mai

- matin: cours sur l'élaboration du rendement du maïs et son analyse à partir de quelques données d'essais
- après-midi: communes de Yeu Nô, Nha Trâu, Đông Linh (essais soja, activités de réhabilitation des collines)

Jeudi 8 Mai

- matin: essai de typologie des types d'expérimentation, modalités de suivi des essais "maïs", discussion des thèmes de recherche
- après-midi: transfert sur le site de Cho Don

Vendredi 9 Mai

Visite du Nord du district, commune de Dong Lac (essais et cultures paysannes de soja sur rizières, essais soja et maïs sur pentes)

Samedi 10 Mai

Visite du Sud-Est du district, commune de Dong Vien (essais maïs et soja sur pentes)

Lundi 12 Mai

- matin: cours sur l'élaboration du rendement du soja et étude de cas à partir des données d'essais de 1996
- après-midi: transfert sur Hanoï

Mardi 13 Mai

- matin: Conclusions et recommandations pour les expérimentations, définition de thématiques de recherche
- après-midi: travail avec l'équipe de Cho don sur les expérimentations soja et les problèmes méthodologiques des essais sur pentes

Mercredi 14 Mai

- Rencontre avec M. Treutanaere (Attaché de coopération Scientifique et Technique)
- Départ pour Bangkok